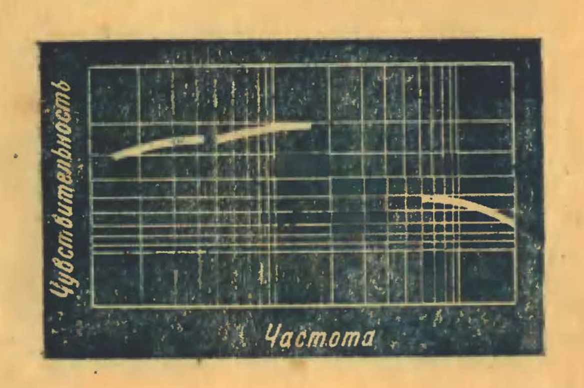
МАССОВАЯ РАДИО-БИБЛИОТЕКА



Е. А. ЛЕВИТИН

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАДИОПРИЕМНИКА



Госэнергоиздат

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 172

Е. А. ЛЕВИТИН

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАДИОПРИЕМНИКОВ





ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1953 ЛЕНИНГРАД

* * *

В брошюре излагаются понятия о сущности основных характеристик и параметров радиовещательных приемников. Она рассчитана на радиолюбителей, знакомых с принципами работы радиоприемников.

* * *

СОДЕРЖАНИЕ

Редактор *Д. А. Конашинский* Технич. редактор *И. М. Скворцов*

Сдано в набор 29/IX 1952 г. Подписано к печати 28/I 1953 г.
Бумага $84 \times 108^1/_{32}$ = 0,4 бумажн. = 1,35 п. л. Уч.-изд. л. 1,5
Т 00238 Заказ 3345
Тираж 50 000 экз. Цена 60 коп. (номинал по прейскуранту 1952 г.)

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзован наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

Как работает собранный новый приемник? Может ли он принимать далекие станции? Обеспечивает ли он хорошую отстройку от мешающих станций? Насколько хорошо он звучит? Эти и многие другие вопросы возникают перед радиолюбителем-конструктором, который работает над созданием новых конструкций радиоприемников.

Многочисленные радиолюбители нашей страны стремятся непрерывно улучшать конструкции своих радиоприемников, а чтобы оценить полученные результаты, нужно знать, как выражаются качественные показатели радиоприемников. Конечно, можно составить довольно полное представление о качестве сконструированного приемника путем тщательного прослушивания и сравнения его с каким-либо заводским приемником на приеме разных станций. Но как будет выражаться оценка приемника после такого испытания? Пусть сравнение покажет, что наш приемник позволяет принять больше станций, чем, например, заводской приемник АРЗ-49; что мешающие станции прослушиваются в нем не сильнее, чем у того же АРЗ-49; что свистов при перестройке со станции на станцию на средних волнах в нашем приемнике заметно меньше; что музыкальные передачи в нем звучат лучше и т. д. Но все это будут только сравнительные характеристики, построенные не на показаниях приборов, а на личных впечатлениях. Для серьезной конструкторской работы с радиоприемниками этого, разумеется, недостаточно. Нужно иметь возможность точно определить качественные показатели приемника, по которым можно дать ему вполне определенную и объективную оценку, не зависящую от личных впечатлений конструктора, который иногда может быть слишком пристрастен к своему произведению.

Особенно важно иметь возможность произвести вполне объективную оценку приемников промышленного изготовления, которые в зависимости от их электроакустических показателей относят к разным классам качества, а класс качества определяет и стоимость приемника.

Существует Государственный общесоюзный стандарт, излагающий требования, которым должны удовлетворять приемники различных классов качества. Эти требования носят совершенно определенный характер и выражаются определенными цифровыми значениями. Чем выше класс качества приемника, тем бо́льшие требования к нему предъявляются. Наиболее сложными и высококачественными являются приемники 1-го класса, наиболее простыми —приемники 4-го класса.

Качественные показатели, по которым оценивают работу приемников, называются его **параметрами** или **характеристиками**. Они охватывают все наиболее существенные электрические и акустические показатели приемника. К числу основных параметров радиовещательного приемника относятся:

1) выходная мощность;
2) диапазон принимаемых частот;
3) чувствительность;
4) избирательность;
5) устойчивость частоты;
6) характеристика автоматической регулировки усиления;
7) частотная характеристика;
8) характеристика верности;
9) коэффициент фона;
10) потребляемая мощность;
11) характеристики приемника по звуковому давлению.

Рассмотрим, в чем заключается сущность этих параметров.

1. ВЫХОДНАЯ МОЩНОСТЬ РАДИОПРИЕМНИКА

Выходная мощность приемника характеризует громкость его работы. Приемники в зависимости от их конструкции обеспечивают возможность получения на выходе различной мощности звуковой частоты. Величина этой мощности измеряется в ваттах или вольтамперах[1] и зависит от типа ламп,

[1] Ватт = вольт $\times$ ампер $\times \cos\varphi$, т. е. *вт* = *ва* $\times \cos\varphi$; $\cos\varphi$ звуковой катушки громкоговорителя, строго говоря, не равен единице, хотя и близок к ней. Поэтому более правильно выражать выходную мощность в вольтамперах. На практике более общепринятой мерой является ватт; $\cos\varphi$ часто не учитывается.

работающих в выходном каскаде; соответственно выходной мощности выбирается и тип громкоговорителя.

Но воспроизводимые громкоговорителем звуки не свободны от некоторых искажений, которые неизбежно возникают в приемнике в процессе усиления электрических колебаний.

Искажения создает главным образом усилитель низкой частоты, причем наибольшая часть искажений приходится на долю выходной лампы. Основной причиной искажений является непрямолинейность характеристик ламп, поэтому и искажения такого рода называются нелинейными.

Нелинейные искажения проявляются в том, что на выходе приемника появляются звуковые колебания таких частот, которых не было в составе усиливаемого сигнала. Если, например, усиливается напряжение, создаваемое чистым тоном с частотой F, то в результате нелинейных искажений на выходе усилителя, кроме звуковых колебаний частоты F, появляются колебания с частотами, кратными этой основной частоте, т. е. $2F$, $3F$, $4F$ и т. д. Эти вновь появившиеся колебания называются *гармоническими* или *гармониками основной частоты* F. Очевидно, что чем сильнее будут выражены эти гармоники, тем сильнее они будут ощущаться ухом, а следовательно, тем больше будет искажен основной сигнал.

Величина нелинейных искажений оценивается *коэффициентом нелинейных искажений* (иногда его называют клирфактором), который показывает, каково *процентное содержание гармоник в общей выходной мощности по сравнению с мощностью основного сигнала.*

Для одной и той же выходной лампы коэффициент нелинейных искажений не представляет определенной величины: он тем больше, чем больше мощность, отдаваемая лампой. Для каждой лампы существует предел, после которого она начинает вносить чрезмерно большие искажения. Выходная же мощность, отдаваемая с большими искажениями, никакого интереса не представляет, так как звуки, хотя и громкие, но в то же время сильно искаженные, не способствуют художественности звучания приемника.

Поэтому *выходной мощностью приемника называют ту наибольшую полезную мощность звуковой частоты, которую приемник отдает при допустимом проценте нелинейных искажений, почти не ощущаемых человеческим ухом средней чувствительности.*

ГОСТ устанавливает следующие нормы величин выходной мощности и допустимых искажений для приемников разных классов на средних звуковых частотах:

	Для приемников						
	1-го класса сетевых	2-го класса		3-го класса		4-го класса	
		сетевых	батарейных	сетевых	батарейных	сетевых	батарейных
Полезная выходная мощность, *ва* не менее . . .	4	1,5	0,15	0,5	—	—	—
Допустимый коэффициент нелинейных искажений, % не более . . .	5	7	7	10	10	10	—

2. ДИАПАЗОН ПРИНИМАЕМЫХ ЧАСТОТ

Радиовещательные приемники могут быть рассчитаны либо на прием станций, работающих только в диапазоне длинных и средних волн, либо на прием, кроме того, станций, работающих в диапазоне коротких волн.

Диапазон принимаемых частот указывается в килогерцах (*кгц*) или в мегагерцах (*мггц*, для коротких волн), а иногда еще и в метрах (*м*). Для промышленных радиовещательных приемников на диапазонах длинных и средних волн обязательны следующие пределы: 150—410 *кгц* (2 000—732 *м*) на длинных волнах и 520—1 600 *кгц* (577—187 *м*) на средних волнах. На коротких волнах устанавливаются границы в зависимости от класса приемника.

Границы перекрываемого диапазона определяются при крайних положениях конденсатора настройки; высшая частота поддиапазона получается при наименьшей емкости этого конденсатора (подвижные пластины полностью выведены), а низшая — при наибольшей емкости (подвижные пластины полностью введены).

Согласно ГОСТ приемники 1-го и 2-го классов должны иметь коротковолновые диапазоны с растянутой шкалой для удобства настройки; для приемников 3-го класса наличие коротковолнового диапазона не обязательно, а приемники 4-го класса должны быть рассчитаны на прием только длинноволновых и средневолновых станций.

3. ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Наиболее простой задачей является прием местных станций, сигналы которых достаточно сильны, так что даже простой малоламповый приемник может принять и воспроизвести их с большой громкостью. Значительно труднее принять передачи удаленных радиостанций, от которых к месту приема доходят иногда очень слабые сигналы. Тогда нужен более сложный приемник.

Способность принимать слабые сигналы характеризуется параметром, называемым *чувствительностью приемника*. Чем слабее сигналы принимаемой станции, тем более чувствительным должен быть приемник, чтобы принять их.

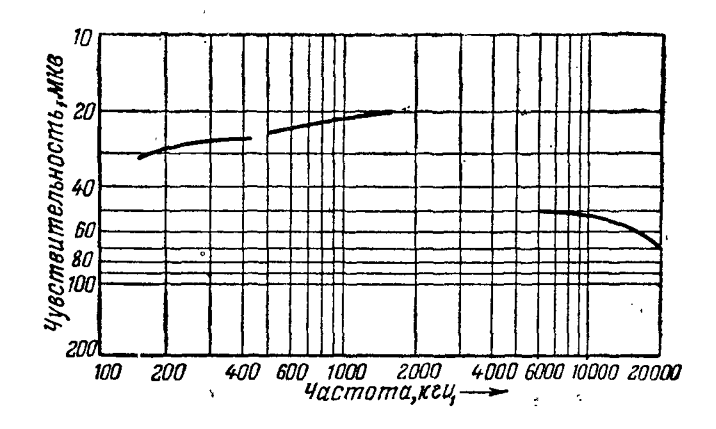
Чувствительность приемника оценивается тем напряжением сигнала на его входе, при котором на выходе приемника получается установленная для него мощность. Чем меньше требуемое для этого напряжение сигнала, тем чувствительнее приемник. Но напряжение на вход приемника поступает из антенны, в которой приходящими от радиостанций сигналами возбуждается электродвижущая сила (э. д. с.). Естественно, что подаваемое антенной на вход приемника напряжение несколько меньше этой э. д. с., так как часть э. д. с. расходуется в самой антенне (это аналогично тому, что напряжение гальванической батареи, отдаваемое во внешнюю цепь, оказывается всегда меньше э. д. с., развиваемой этой батареей). Поэтому под *чувствительностью приемника надо понимать ту величину э. д. с. в антенне, при которой на его выходе получается установленная для него мощность.*

Чувствительность измеряется в микровольтах (*мкв*). Чем меньше микровольт нужно подать на вход приемника для получения требуемой выходной мощности, тем лучше или, как часто говорят, тем выше его чувствительность. Так как поступающее на вход приемника напряжение сигнала усиливается в различных каскадах приемника и, достигнув необходимой величины, попадает на управляющую сетку выходной лампы, то чувствительность приемника определяется общим усилением всех его каскадов. Поэтому приемник тем чувствительнее, чем больше в нем каскадов усиления.

Чувствительность приемника неодинакова в разных точках диапазона. В зависимости от схемы и конструкции она может быть более равномерной или менее равномерной. На фиг. 1 приведена в виде примера диаграмма, характеризующая чувствительность одного из промышленных приемников. По горизонтальной оси отложены частоты (*кгц*), на которых производилось измерение, а по вертикаль-

ной — чувствительность (*мкв*), причем значения чувствительности отложены сверху вниз. Такой метод построения диаграммы делает ее более наглядной (чем выше расположены точки кривой, тем выше чувствительность приемника).

Если схема приемника проработана недостаточно тщательно и налаживание его произведено не совсем правильно, то чувствительность приемника может оказаться очень неравномерной по диапазону, например высокой на высоко-



Фиг. 1. Диаграмма чувствительности радиовещательного приемника.

частотном конце поддиапазона и резко уменьшившейся на его низкочастотном конце, или наоборот. Подобная неравномерность явилась бы недостатком приемника, так как у хорошего приемника чувствительность в пределах одного поддиапазона, а еще лучше — по всему диапазону принимаемых частот — должна оставаться более или менее постоянной.

По ГОСТ у приемников 1-го класса чувствительность должна быть на всех диапазонах не хуже 50 *мкв*, у приемников 2-го класса — не хуже 200 *мкв* на длинных и средних волнах и не хуже 300 *мкв* на коротких волнах, у приемников 3-го класса сетевых — не хуже 300 *мкв* на длинных и средних и не хуже 500 *мкв* на коротких волнах, у батарейных приемников 3-го класса — не хуже 400 *мкв* на всех диапазонах.

4. ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ

Избирательность по соседнему каналу. Сигналы различных станций, достигающие приемной антенны, наводят в ней э. д. с. той или иной величины, и из всей массы этих сигналов приемник должен выделить только один — создаваемый нужной станцией. О том, как справляется приемник с этой задачей, судят по его *избирательности*, т. е. *избирательность характеризует способность приемника выделять сигналы нужной станции и не пропускать сигналов других, мешающих приему, станций.*

Выполнение этой задачи связано с значительными трудностями, так как количество радиостанций, работающих одновременно, очень велико. Выделять определенные станции приемник может только благодаря тому, что разные станции работают на разных частотах (на волнах разной длины). По международным соглашениям частоты радиовещательных станций должны отличаться одна от другой не менее чем на 10 *кгц*. Следовательно, приемник должен обладать способностью не пропускать сигналов, частота которых отличается более чем на 10 *кгц* от частоты его настройки, и по тому, насколько хорошо он задерживает сигналы этих станций, оценивают избирательность приемника. Этот показатель называют *избирательностью по соседнему каналу.*

От чего же зависит избирательность приемника и какими элементами его схемы она обеспечивается?

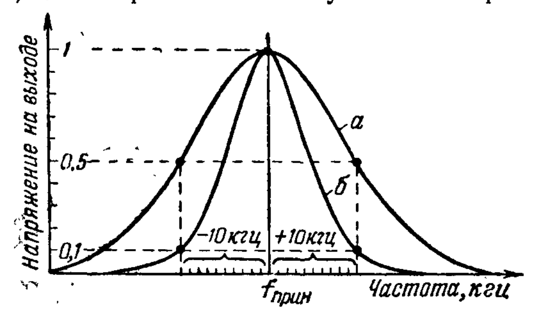
В современных радиовещательных приемниках выделение сигналов нужной частоты основано на использовании принципа резонанса; поэтому все избирательные способности приемника зависят от того, насколько хорошо выражены резонансные свойства его колебательных контуров. Решающее значение в этом имеют качество и количество этих контуров. Чем лучше колебательные контуры, т. е. чем меньше всякого рода потери в них, и чем больше контуров встречает сигнал на пути своего прохождения в приемнике, тем лучше отсеиваются, отфильтровываются все помехи и тем лучше будет, следовательно, избирательность приемника.

Наглядное представление об избирательности дает резонансная характеристика приемника, которая показывает, как изменяется чувствительность приемника от частоты подводимого сигнала при неизменной настройке его на одну и ту же частоту. Наибольшая чувствительность будет, естественно, получаться при настройке приемника в резонанс на принимаемый сигнал. По мере того как частота сигнала

будет отходить от частоты настройки, чувствительность приемника будет уменьшаться, т. е. для получения на выходе приемника одной и той же постоянной звуковой мощности (или напряжения) необходимо подводить к его входу все большее и большее напряжение сигнала.

Резонансная характеристика может быть изображена графически в виде кривой, у которой по горизонтальной оси отложена частота сигнала, а по вертикальной — напряжение на выходе приемника. Такая характеристика может быть названа также характеристикой избирательности.

На фиг. 2 изображены две резонансные характеристики — одна (кривая *а*) для приемника с худшей и другая (кривая *б*) для приемника с лучшей избирательностью.



Фиг. 2. Резонансные характеристики приемников.

В первом случае сигнал мешающей станции, частота которой отличается на 10 *кгц* от частоты принимаемой станции, создает на выходе приемника напряжение всего лишь в два раза меньшее, чем полезный сигнал. Это значит, что если обе станции будут воздействовать на антенну одинаково, то, настроившись на нужную нам станцию ($f_{прин}$), мы одновременно будем слышать, хотя и значительно слабее, и передачу мешающей (соседней по частоте) станции.

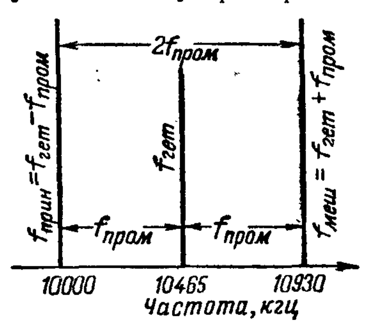
Вторая кривая говорит о том, что сигналы мешающей станции будут ослаблены уже не в 2, а в 10 раз. Совершенно очевидно, что в этом случае действие помехи будет ощущаться значительно меньше. Это значит, что в первом случае чувствительность приемника для сигналов, отличающихся по частоте от принимаемого на 10 *кгц*, уменьшается в 2 раза, а во втором случае — в 10 раз.

По ГОСТ для избирательности установлены такие нормы: у приемников 1-го класса чувствительность при расстройке на 10 *кгц* должна уменьшаться не менее чем

в 200 раз, у приемников 2-го класса — не менее чем в 20 раз и у приемников 3-го класса — не менее чем в 10 раз.

В приемниках супергетеродинного типа избирательность по соседнему каналу определяется главным образом контурами промежуточной частоты.

Избирательность по зеркальному каналу. Избирательность по соседнему каналу является параметром, одинаково важным для всех приемников независимо от того, по какому принципу они работают, по принципу прямого усиления или по супергетеродинному принципу. Но для супергетеродинных приемников необходимо учитывать еще помехи, обусловленные особенностями этого метода приема.



Фиг. 3. Расположение частот по основному и по зеркальному каналу.

Дело в том, что в супергетеродине принимаемые сигналы любой станции, на которую настроен приемник, преобразуются в сигналы так называемой промежуточной частоты, которая остается неизменной независимо от частоты принимаемой станции. Этот процесс преобразования состоит в том, что на напряжение принятого сигнала накладывается напряжение другой частоты, создаваемое в самом приемнике вспомогательным гетеродином. В результате такого наложения двух колебаний разных частот и выделяются колебания новой промежуточной частоты. Эта частота равна разности частот накладываемых друг на друга колебаний.

Но в этом принципе таится скрытая опасность появления помехи. Из антенны в приемник могут попасть сигналы двух разных станций, каждая из которых отличается по частоте от гетеродина $f_{гет}$ на *одну и ту же величину*, но частота одной из этих станций, например принимаемой станции $f_{прин}$, будет меньше, а частота другой — мешающей станции $f_{меш}$ — больше частоты гетеродина, как это показано условно на фиг. 3. Сигналы этих станций, взаимодействуя с колебаниями гетеродина, будут создавать два вида колебаний на одной и той же промежуточной частоте. Пусть, например, частота сигнала принимаемой станции $f_{сигн} = 10\,000$ *кгц*, промежу-

точная частота $f_{пром} = 465$ *кгц* и частота гетеродина $f_{гет}$ выше принимаемой на величину промежуточной частоты. Следовательно, $f_{гет} = f_{прин} + f_{пром} = 10\,000 + 465 = 10\,465$ *кгц*. Но такая же промежуточная частота $f_{пром} = 465$ *кгц* получится и от мешающей станции, работающей на частоте $f_{меш} = 10\,930$ *кгц*, так как $f_{меш} - f_{гет} = 10\,930 - 10\,465 = 465$ *кгц*. Эти полученные в приемнике колебания будут создавать сильные взаимные помехи в виде свистов и искажений, нарушающие нормальный прием.

Из фиг. 3 видно, что по отношению к гетеродину частоты мешающего и принимаемого сигналов расположены симметрично (одна из них представляет как бы зеркальное изображение другой), поэтому помехи такого рода называются *зеркальными* или *симметричными*.

Избавиться от подобной помехи можно только, не пропуская в приемник, к его преобразователю, сигналов зеркального канала. Эту задачу могут выполнить лишь контуры приемника, находящиеся между антенной и преобразовательной лампой и настроенные на частоту принимаемого сигнала.

Поэтому в отличие от избирательности по соседнему каналу, которую обеспечивают контуры промежуточной частоты, избирательность по зеркальному каналу обеспечивают контуры высокой частоты. *Чем лучше качество высокочастотных контуров и чем больше их, тем сильнее ослабляются помехи по зеркальному каналу.*

Избирательность по зеркальному каналу для одного и того же приемника оказывается различной на разных диапазонах; меньше всего ощущаются помехи этого рода на длинных волнах и сильнее всего — на коротких. Кроме того, они зависят от величины промежуточной частоты: у приемников с низкой промежуточной частотой (110—115 *кгц*) зеркальные помехи выражены сильнее, чем у приемников с более высокой промежуточной частотой (465 *кгц*).

Согласно ГОСТ ослабление зеркального канала у приемников 1-го класса должно быть не менее 1 000 раз на длинных, не менее 300 раз на средних и не менее 18 раз на коротких волнах; у приемников 2-го класса — не менее 60 раз на длинных, не менее 30 раз на средних и не менее 4 раз на коротких волнах; у приемников 3-го класса — не менее 20 раз на длинных и не менее 10 раз на средних волнах.

Ослабление сигналов с частотой, равной промежуточной. Другим источником помех, характерных только для приемников супергетеродинного типа, являются сигналы станций, частота которых равна промежуточной частоте приемника. Такие сигналы, проникая в приемник, приводят к результатам, сходным с описанными выше зеркальными помехами: внешняя помеха, взаимодействуя с колебаниями промежуточной частоты, создаваемыми в самом приемнике, приведет к появлению искажений и свистов, нарушающих нормальный прием.

Для борьбы с помехами этого рода на входе приемника включают так называемые фильтры-пробки — контуры, настроенные на промежуточную частоту, которые закрывают доступ в приемник сигналам на этой частоте. Чем тщательнее подобран фильтр, тем лучше устраняются помехи этого вида.

ГОСТ устанавливает нормы на ослабление помех и этого рода для приемников разных классов. Сигналы с частотой, равной промежуточной, должны ослабляться на пути от антенны к преобразователю в приемниках 1-го класса не менее чем в 100 раз, в приемниках 2-го класса — не менее чем в 50 раз и в приемниках 3-го класса — не менее чем в 10 раз.

5. УСТОЙЧИВОСТЬ ЧАСТОТЫ

Для супергетеродинных приемников большое значение имеет *устойчивость* или, как ее иногда называют, *стабильность* частоты собственного гетеродина. Важность устойчивости частоты станет ясной, если вспомнить о процессе образования колебаний промежуточной частоты в приемнике.

Для усиления колебаний промежуточной частоты в приемнике используются контуры, настроенные раз и навсегда точно на промежуточную частоту. Чтобы усиление происходило нормально, нужно, очевидно, чтобы промежуточная частота была устойчивой и не изменялась самопроизвольно в процессе приема, так как иначе контуры окажутся расстроенными относительно нее, что вызовет уменьшение усиления и искажения.

Промежуточная частота представляет разность между частотой собственного гетеродина и частотой сигнала. Следовательно, для ее постоянства необходимо, чтобы во время приема были устойчивы и не изменялись обе эти частоты. В отношении частоты принимаемого сигнала это требование обеспечивается передающей радиостанцией, где применяются

специальные меры для поддержания постоянства частоты излучаемых колебаний. Таким образом, в конечном счете устойчивость промежуточной частоты будет зависеть только от устойчивости частоты гетеродина в приемнике, которая изменяется главным образом из-за разогрева лампы и деталей, входящих в колебательный контур гетеродина. Особенно сильно ощущается это на коротких волнах, где даже небольшой процент изменения частоты представляет уже значительную величину. Так, например, на частоте 15 *мггц* (волна 20 *м*) уход частоты на 0,1% приведет к изменению промежуточной частоты на 15 *кгц*, а при такой расстройке сигнал в контурах промежуточной частоты будет чрезвычайно ослаблен. Чтобы восстановить нормальный прием при таких обстоятельствах, пришлось бы время от времени подстраивать приемник и приводить частоту гетеродина к прежнему значению. Такая подстройка доставляет, конечно, только дополнительные неудобства, и поэтому гетеродин приемника нужно выполнять так, чтобы его частота была как можно более устойчивой.

Этому параметру, т. е. *устойчивости частоты гетеродина*, придается большое значение при оценке работы приемника. Тщательно отрабатывая схему гетеродина и применяя в его контурах высококачественные детали, можно добиться высокой степени устойчивости его частоты на всех диапазонах.

ГОСТ устанавливает такие нормы по устойчивости частоты: на наиболее короткой из принимаемых волн уход частоты гетеродина за 10 мин. после предварительного 5-минутного прогрева не должен превышать 4 *кгц* для приемников 1-го класса, 6 *кгц* — для сетевых приемников 2-го класса, 3 *кгц* — для батарейных приемников 2-го класса и 12 *кгц* — для сетевых приемников 3-го класса.

6. ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛИРОВКИ УСИЛЕНИЯ

При приеме радиостанций нередко наблюдается, что громкость приема без всякой видимой причины резко изменяется: сигналы станции постепенно ослабевают и прием резко ухудшается, а через некоторое время громкость снова восстанавливается. Это явление, называемое *замиранием*, особенно заметно на коротких волнах, хотя часто его можно наблюдать и на средневолновом диапазоне.

Чтобы ослабить вредное действие замираний, в схему современных приемников вводится автоматическая регули-

ровка усиления (АРУ), которая автоматически увеличивает усиление приемника, когда сигнал на входе приемника ослабевает, и уменьшает усиление, когда сигнал усиливается. Таким образом, громкость на выходе приемника остается более или менее постоянной, несмотря на большие колебания силы сигналов на входе. Это избавляет от необходимости регулировать все время громкость при помощи ручного регулятора.

АРУ оказывается очень полезной и при перестройке приемника на разные станции (местные и дальние), так как при наличии АРУ независимо от силы сигнала этих станций громкость при перестройке со станции на станцию меняется не очень значительно. Кроме того, при отсутствии АРУ сильные сигналы местных станций могут вызывать перегрузку ламп и, следовательно, сильные искажения.

Характеристика автоматической регулировки усиления показывает, насколько сильно изменяется выходное напряжение приемника при изменении силы сигнала на его входе.

Согласно ГОСТ у приемников 1-го класса увеличение входного напряжения в 1 000 раз не должно вызывать изменения напряжения на выходе более чем в 4 раза; у приемников 2-го и 3-го классов 20-кратное изменение напряжения на входе не должно вызывать изменения выходного напряжения более чем в 2,5—3 раза.

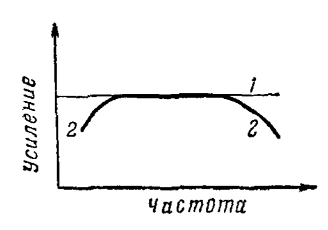
7. ЧАСТОТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Мы познакомились с параметрами приемника, относящимися к его высокочастотной части. Теперь рассмотрим его показатели, определяющие качество звучания и относящиеся к низкочастотному тракту.

Высокое качество звучания возможно лишь в том случае, если колебания различных частот звукового спектра будут усиливаться в приемнике одинаково, тогда воспроизведение речи, музыки и вообще различных звуков будет естественным. В действительности в приемнике это в полной мере не соблюдается: одни частоты усиливаются больше, другие — меньше. Это приводит к появлению *частотных искажений,* которые могут изменить тембр звучания, отразиться на разборчивости речи, вызвать выкрики и подчеркивание некоторых звуковых частот и т. д.

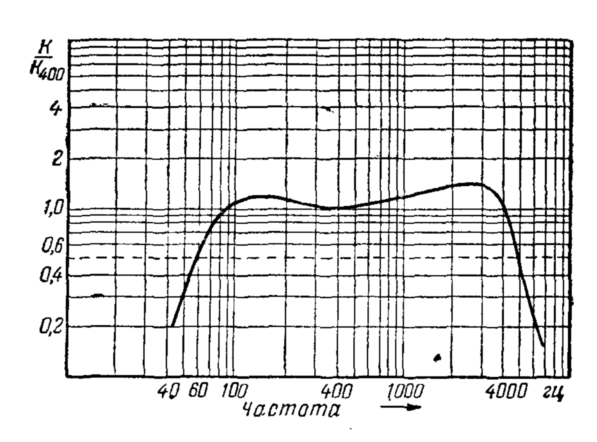
О степени частотных искажений судят по форме *частотной характеристики приемника, которая показывает, как в нем усиливаются напряжения различных звуковых частот.*

Частотная характеристика дает зависимость выходного напряжения приемника от частоты сигнала на входе усилителя низкой частоты (обычно на гнездах звукоснимателя) при постоянном напряжении входного сигнала.



Фиг. 4. Частотная характеристика.
1—идеальная; 2—реальная.

Строится частотная характеристика графически следующим образом: по горизонтальной оси откладываются звуковые частоты, а по вертикальной — выходное напряжение или величина усиления. Идеальная частотная характеристика в таком изображении должна представлять прямую линию (линия 1 на фиг. 4), означающую, что все частоты звукового спектра усиливаются одинаково равномерно. В действительности же такую характеристику по ряду причин получить нельзя и реальная частотная характеристика приближается к виду, показанному на



Фиг. 5. Частотная характеристика среднего по качеству радиовещательного приемника.

той же фигуре кривой 2. Эта кривая спадает в области самых низких и наиболее высоких частот, т. е. на этих частотах наблюдается уменьшение усиления.

Принято считать частотную характеристику достаточно равномерной в тех пределах, в которых усиление падает не более чем в 2 раза по сравнению с усилением на некоторой

условной средней частоте. Обычно в качестве такой средней частоты выбирается 400 *гц* и усиление на этой частоте принимается за единицу. Частоты, находящиеся в указанных выше пределах, называют часто *лежащими в пределах полосы пропускания.* В большинстве случаев частотная характеристика оказывается достаточно равномерной или линейной в пределах от 70—100 *гц* и примерно до 5 000 *гц* и имеет вид, изображенный на фиг. 5.

8. ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРНОСТИ

Усилитель низкой частоты, частотную характеристику которого мы рассмотрели, является главным элементом приемника, влияющим на усиление частот звукового спектра. Однако некоторое нарушение равномерности усиления разных звуковых частот может произойти и в высокочастотной части приемника, поскольку эти частоты содержатся в составе принятых радиосигналов. Поэтому для полного суждения о том, как проходят частоты звукового спектра через все каскады приемника, пользуются другой характеристикой, называемой обычно *характеристикой верности.*

Характеристика верности — это частотная характеристика, снятая со всего приемника, от антенного входа до катушки громкоговорителя.

Эта характеристика показывает зависимость напряжения на выходе приемника от частоты звуковых колебаний, которыми модулируется сигнал на его входе; при этом испытании напряжение несущей частоты сигнала и глубина модуляции поддерживаются постоянными независимо от модулирующей частоты.

От частотной характеристики низкочастотной части, описанной выше, характеристика верности отличается более сильным спаданием усиления в области высших звуковых частот, которое происходит из-за ослабления высших частот модуляции при прохождении через резонансные контуры приемника. Особенно резко это проявляется на диапазоне длинных волн, где резонансная характеристика высокочастотных контуров оказывается наиболее узкой. Таким образом, характеристика верности может иметь в одном и том же приемнике разную форму в зависимости от того, на каком диапазоне она снята.

9. КОЭФФИЦИЕНТ ФОНА

При работе радиоприемника в громкоговорителе должны быть слышны только те звуки, которые создаются принимаемой радиопередачей. В действительности, однако,

кроме этих звуков, в громкоговорителе всегда бывает слышен фон или остаточный шум, который прослушивается даже при отсутствии передачи. Этот фон обусловливается двумя причинами: во-первых, собственными внутренними шумами приемника, которые возникают в разных элементах его схемы (в высокочастотных контурах, в сопротивлениях и в лампах), и, во-вторых, пульсациями выпрямленного тока при питании от сети, наличие которых объясняется недостаточным сглаживанием их фильтром выпрямителя.

Для оценки величины фона служит *коэффициент фона*, указывающий, каково содержание этого фона в выходном напряжении. Количественно коэффициент фона выражается отношением напряжения фона, существующего на выходе приемника при отсутствии передачи, к напряжению звуковой частоты, которое необходимо для получения полной выходной мощности.

Уровень фона сильно влияет на качество звучания приемника. С одной стороны, он создает неприятный шум, утомляющий слух и лишающий звуки их чистоты. С другой стороны, он ограничивает так называемый динамический диапазон звучания, т. е. разницу между наиболее громкими и наиболее тихими звуками, воспроизводимыми громкоговорителем приемника. Чем шире динамический диапазон, тем художественнее получается воспроизведение таких передач, как, например, оркестровая музыка, где разница между наиболее тихими звуками (пиано-пианиссимо) и самыми громкими (форте-фортиссимо) очень велика. А самые тихие звуки, слышимые в громкоговорителе, как раз и определяются величиной фона, и они должны быть сильнее его, чтобы фон их не заглушал.

10. ПОТРЕБЛЯЕМАЯ МОЩНОСТЬ

Мощность, потребляемая приемником от источника питания, определяет стоимость его эксплуатации. При питании от электросети энергия питания обходится дешево, но для батарейных приемников расходы по эксплуатации составляют уже заметную сумму. Поэтому потребляемая мощность представляет для батарейных приемников весьма важный показатель.

Для сетевых приемников ГОСТ не устанавливает нормы на мощность питания; практически она составляет 30—40 *вт* для наиболее простых приемников и доходит до 200 *вт* у многоламповых приемников 1-го класса.

Для батарейных приемников рекомендуются следующие пределы для полной мощности питания по цепям анода и накала:

Для приемников	2-го класса не более		1,9 *вт*
„ „	3-го „ „ „		1,3 „
„ „	4-го „ „ „		0,8 „

11. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИЕМНИКА ПО ЗВУКОВОМУ ДАВЛЕНИЮ

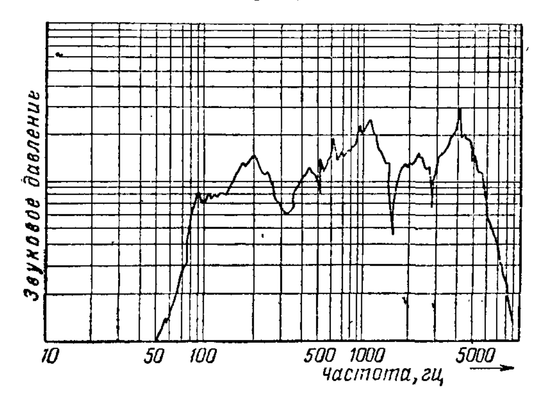
Мы рассматривали характеристики, определяющие работу только электрической схемы приемника. Но конечное назначение приемника заключается в воспроизведении звуков и поэтому для полной оценки его качества нужно знать, насколько правильно и чисто будет воспроизведена громкоговорителем звуковая передача. Здесь очень существенную роль играют характеристики самого громкоговорителя. Очевидно, что как бы хороши ни были электрические характеристики усилителя низкой частоты, передача будет звучать плохо, если громкоговоритель вносит в нее искажения. Поэтому полную оценку качества звучания могут дать только такие характеристики, которые охватывают работу всего приемника, включая и громкоговоритель. Их называют характеристиками, снятыми по звуковому давлению. Так нужно определять, разумеется, только такие показатели, которые зависят от работы громкоговорителя, — частотную характеристику и нелинейные искажения.

Однако акустические измерения значительно сложнее электрических и их пока можно производить только в специально оборудованных лабораториях. Тем не менее для всех промышленных приемников проверка таких характеристик является обязательной. В радиолюбительских условиях приходится ограничиваться только измерением электрических показателей.

Частотная характеристика приемника по звуковому давлению (фиг. 6) сильно отличается по своему виду от аналогичной электрической характеристики УНЧ (фиг. 5). Она имеет вид сильно изломанной кривой с большим числом пиков и провалов. Крайние точки этой кривой, в которых усиление падает в 2 раза по сравнению с частотой 400 *гц*, называют границами полосы пропускания по звуковому давлению.

ГОСТ ограничивает допустимую неравномерность частотной характеристики по звуковому давлению для приемников различных классов определенными нормами.

К числу акустических характеристик относится также и среднее звуковое давление, развиваемое приемником при установленной выходной мощности и измеряемое в барах. Этот показатель позволяет правильно судить о громкости работы приемника. Действительно, приемник может отдавать большую выходную мощность, но одновременно с этим иметь плохой, малочувствительный громкоговоритель с низким к. п. д.; в таком случае громкость воспроизведения будет небольшой. И наоборот, можно создать очень чув-



Фиг. 6. Частотная характеристика приемника по звуковому давлению.

ствительный громкоговоритель, развивающий большое звуковое давление, т. е. работающий очень громко, но потребляющий при этом малую мощность.

Особенно важно оценивать звуковое давление у батарейных приемников, где стремятся получить наибольшую возможную громкость при наименьшем расходе энергии питания, т. е. при малой выходной мощности.

В заключение считаем необходимым сделать следующее замечание. При изложении сущности параметров приемника нам нередко приходилось говорить об изменениях напряжения на его входе или выходе в несколько раз. Читателям, желающим углубить свои познания в области приемников, придется встретиться в литературе и с выражением отношений напряжений и мощностей в единицах, называемых децибелами (*дб*). Таблица для пересчета отношений напряжений и мощностей в децибелы приведена на третьей странице обложки этой брошюры.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Основные параметры радиовещательных приемников

Тип приемника	Диапазон частот, *кгц*	Чувствительность, не хуже *мкв*	Избирательность		Выходная мощность, *ва*
			Ослабление при расстройке на 10 *кгц*, не менее *дб*	Ослабление по зеркальному каналу, не менее *дб*	
„Тула"	150—410 540—1 500	40 000	—	—	0,04
„Рига Б-912"	150—415 520—1 500	4 000	25	—	0,07
АРЗ-49	150—410 520—1 600	300	20	20	0,6
АРЗ-52	150—415 520—1 600	300	20	15	0,5
„Москвич"	150—410 520—1 600	300	15	20	0,5
„Искра"	150—410 520—1 600	400	20	20	0,15
„Таллин Б-2"	150—410 520—1 600	400	20	20	0,1
„Минск С-4"	150—410 520—1 600 5 450—12 500	200—300	26	30—12	0,7
„Рекорд 47"	150—415 520—1 600 4 300—12 100	100—150	26—20	26—5	0,6

Тип приемника	Диапазон частот, *кгц*	Чувствительность, не хуже *мкв*	Избирательность		Выходная мощность *ва*
			Ослабление при расстройке на 10 *кгц*, не менее *дб*	Ослабление по зеркальному каналу, не менее *дб*	
„Рекорд 52"	150—415 520—1 600 3 950—12 100	300—500	20	26—20	0,5
Т-755	150—410 520—1 600 4 000—12 500	180	40—35	30—12	2
„Салют"	150—410 550—1 500 4 250—12 400 11 300—12 100 14 700—16 100	250—500	20	20	2
„Родина"	150—400 550—1 500 9 200—12 400	75—100	26	20	0,2
„Электросигнал 1", „Электросигнал 3" и „Родина 47"	150—400 520—1 500 4 300—12 000	75—100	26	26—10	0,2
ВЭФ М-557	150—410 517—1 520 4 300—12 100	150—250	20	10—50	3
VV-662	150—410 530—1 500 4 000—13 500 13 500—18 600	150—200	26	30—12	1,5
VV-663	150—415 520—1 600 3 970—7 000 7 000—12 100	200—300	26	36—12	1,5
„Восток 49"	150—410 520—1 500 4 000—9 850 11 500—16 100	200—300	26—20	30—12	1,5

Продолжение

Тип приемника	Диапазон частот, *кгц*	Чувствительность, не хуже *мкв*	Избирательность		Выходная мощность, *ва*
			Ослабление при расстройке на 10 *кгц*, не менее *дб*	Ослабление по зеркальному каналу, не менее *дб*	
ВЭФ М-697	150—410 520—1 500 4 300—12 100	200—300	26	30—12	2
„Балтика"	150—410 520—1 600 3 950—9 150 8 650—12 100	200—300	26	30—12	2
„Урал 49"	150—410 520—1 600 4 300—12 500	250—300	26	26—12	2
„Рига 6"	150—415 520—1 600 3 950—7 400 9 450—12 100	200—300	26	36—12	1,5
„Родина 52"	150—415 520—1 600 3 950—8 350 8 350—12 100	200—300	26	36—12	0,2
„Электросигнал 2"	150—410 520—1 500 4 250—8 000 8 700—18 300	100—200	26	34—14	3,5
„Минск Р-7"	150—410 520—1 500 4 300—12 200 14 950—15 500	150	26	30—12	2
„Нева"	150—420 520—1 500 4 230—8 000 9 100—13 000 14 300—20 000	50	26	50—20	5

Продолжение

Тип приемника	Диапазон частот, *кгц*	Чувствительность, не хуже, *мкв*	Избирательность: Ослабление при расстройке на 10 *кгц*, не менее *дб*	Избирательность: Ослабление по зеркальному каналу, не менее *дб*	Выходная мощность, *ва*
„Нева 52"	150—420 520—1 500 4 200—8 000 9 000—13 000 14 800—15 600	50	40—34	50—20	4
„Рига Т-689"	142—438 520—1 620 3 960—12 300 14 950—15 550 17 350—18 200	120—90	55—50	50—10	5
„Рига 10"	150—415 520—1 600 3 950—5 800 7 400—10 000 9 500—12 100	50	46	60—26	4
„Ленинград"	150—410 520—1 500 4 300—7 500 9 450—9 700 11 700—12 000 15 100—15 400 150—225 225—340 580—870 900—1 350	200—40	30	50	4
„Латвия"	150—417 520—1 500 4 300—8 600 8 500—12 200 15 100—15 500	50	35	60—26	6
„Беларусь"	150—410 520—1 600 5 400—9 300 9 400—9 800 11 600—12 100 15 000—15 500 168—207 227—285 520—635 630—770 765—970 925—1180	50	35	50—26	4

Пересчет отношений напряжений и мощности в децибелы

Ослабление		Децибелы	Усиление	
Отношение напряжений	Отношение мощностей		Отношение напряжений	Отношение мощностей
1,00	1,00	0	1,00	1,00
0,89	0,79	1	1,12	1,26
0,79	0,63	2	1,26	1,58
0,71	0,50	3	1,41	1,99
0,63	0,40	4	1,58	2,51
0,56	0,32	5	1,78	3,16
0,50	0,25	6	1,99	3,98
0,45	0,20	7	2,24	5,01
0,40	0,16	8	2,51	6,31
0,36	0,13	9	2,82	7,94
0,32	0,10	10	3,16	10,00
0,28	0,08	11	3,55	12,6
0,25	0,06	12	3,98	15,8
0,22	0,05	13	4,47	19,9
0,20	0,04	14	5,01	25,1
0,18	0,03	15	5,62	31,6
0,16	0,025	16	6,31	39,8
0,14	0,020	17	7,08	50,1
0,13	0,016	18	7,94	63,1
0,11	0,013	19	8,91	79,4
0,10	0,010	20	10,00	100,0
0,056	$3,16 \cdot 10^{-3}$	25	17,8	316,0
0,032	10^{-3}	30	31,6	1000,0
0,018	$3,16 \cdot 10^{-4}$	35	56,2	$3,16 \cdot 10^{3}$
0,010	10^{-4}	40	100,0	10^{4}
0,006	$3,16 \cdot 10^{-5}$	45	177,8	$3,16 \cdot 10^{4}$
0,003	10^{-5}	50	316	10^{5}
0,002	$3,16 \cdot 10^{-6}$	55	562	$3,16 \cdot 10^{5}$
0,001	10^{-6}	60	1 000	10^{6}
0,0006	$3,16 \cdot 10^{-7}$	65	1 770	$3,16 \cdot 10^{6}$
0,0003	10^{-7}	70	3 160	10^{7}
0,0002	$3,16 \cdot 10^{-8}$	75	5 620	$3,16 \cdot 10^{7}$
0,0001	10^{-8}	80	10 000	10^{5}
0,00006	$3,16 \cdot 10^{-9}$	85	17 800	$3,16 \cdot 10^{6}$
0,00003	10^{-9}	90	31 600	10^{9}
0,00002	$3,16 \cdot 10^{-10}$	95	56 200	$3,16 \cdot 10^{9}$
0,00001	10^{-10}	100	100 000	10^{10}

ОТК 3

Цена 60 коп.

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

под общей редакцией академика А. И. БЕРГА

ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ И ПОСТУПИЛИ В ПРОДАЖУ

Девятая радиовыставка, Учебно-наглядные пособия, стр. 64, ц. 1 р. 45 к.

АБРАМОВ Б., Приемно-усилительные лампы, стр. 24, ц. 80 к.

ДОГАДИН В. Н., Новая техника радиофикации села, стр. 64, ц. 1 р. 50 к.

РОГИНСКИЙ В. Ю., Полупроводниковые выпрямители, стр. 64, ц. 1 р. 60 к.

СПИЖЕВСКИЙ И. И., Батареи для лампового радиоприемника, стр. 16, ц. 40 к.

КАЗАНСКИЙ Н. В., Как стать коротковолновиком, стр. 40, ц. 1 р.

Радиолюбительские приемники Б. Н. Хитрова, стр. 48, ц. 1 р. 20 к.

СЛАВНИКОВ Д. К., Сельский радиоузел (второе издание, переработанное), стр. 80, ц. 2 р.

Девятая радиовыставка, Телевизоры, стр. 64, ц. 1 р. 60 к.

Девятая радиовыставка, Измерительная аппаратура, стр. 80, ц. 1 р. 80 к.

ПРОДАЖА ВО ВСЕХ КНИЖНЫХ МАГАЗИНАХ И КИОСКАХ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЗАКАЗОВ НЕ ВЫПОЛНЯЕТ